

Fremtidens bilteknologier

Flemming Bak, Civilingeniør  
Teknologisk Institut, Center for Motorteknik

## Fremtidens bilteknologier

Flemming Bak, Civilingeniør  
Teknologisk Institut, Center for Motorteknik

### *Baggrund og formål*

Internationale ønsker om reduktion af energiforbrug og emissioner i transportsektoren har medført skærpede krav og fokus på de tekniske muligheder for at indfri disse ønsker og krav. Teknologisk Institut og Risø har i 2001 for Miljøstyrelsen udarbejdet ”Teknologikatalog - fremtidens personbiler”, som behandler de teknologier, der ventes benyttet i fremtidens biler.

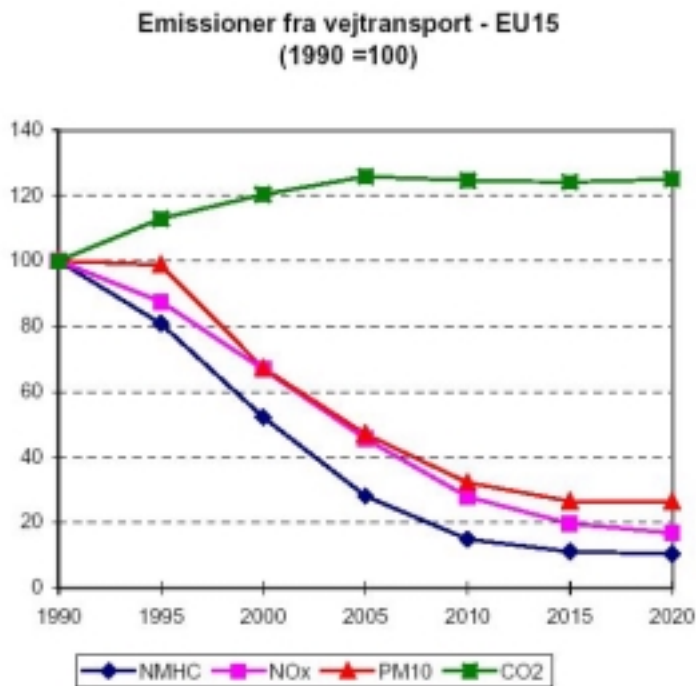
Formålet med dette indlæg er at give et overblik over nogle af de teknologier, som kan forventes at indgå i nye personbiler samt i busser og lastbiler, dog begrænset til den konventionelle teknologi, idet de avancerede drivsystemer behandles af Kai Jørgensen, Risø, i det næste indlæg.

### *Fremtidens teknologier*

Fremtidens bilteknologier vil på kort sigt helt overvejende styres af de krav og aftaler, som motor- og bilindustrien stilles overfor. Disse krav er stadig primært skærpede emissionsgrænseværdier og en frivillig aftale mellem EU-kommissionen og bilproducenterne om at reducere den gennemsnitlige CO<sub>2</sub>-emission.

Af disse krav ser nedsættelse af CO<sub>2</sub>-udslippet og dermed en reduktion af brændstofforbruget ud til at være den største udfordring. Luftforureningen fra benzinbiler er allerede kraftigt reduceret, og teknikkerne til yderligere nedsættelse er relativt velkendte. For dieselmotorer er billedet lidt anderledes, idet partikelforureningen måske nok har fundet en løsning med partikelfilteret, mens deNO<sub>x</sub>-systemer endnu ikke er fuldt udviklede. Samlet set udgør reduktion af brændstofforbruget den største udfordring.

Som følge af de nye teknologier og den udskiftning, der sker af køretøjsparken, forventes en reduktion i udslippet af de regulerede stoffer med op mod 80% i 2020 i forhold til 1990. Aftalen mellem EU-kommissionen og bilindustrien ser derimod ud til alene at føre til en stabilisering af CO<sub>2</sub>-udslippet fra omkring 2005, se figur 1.



*Figur 1:*

*Forventet udvikling i udslip af forurenende stoffer fra vejtrafik i perioden 1990-2020 baseret på allerede vedtagne udstødningsnormer. (Luftforurening fra vejtrafik: Hvad sker i EU - og i USA? Specialkonsulent Erik Iversen, Miljøstyrelsen. Trafikdage 2001).*

Både emissionskrav og CO<sub>2</sub>-aftalen kan overholdes med forbedring af den eksisterende teknologi. Eller sagt på en anden måde: benzin- og dieselmotorer vil dominere markedet i mange år endnu. Det skønnes, at man ved de rigtige kombinationer af teknologier kan opnå en reduktion i brændstofforbruget på 25-35% for benzinmotorer og ca. 10% for dieselmotorer, samtidig med at alle luftforureningskrav overholdes.

I øjeblikket er dieselmotorer 20-25% mere brændstoføkonomiske end benzinmotorer, men forskellen ventes de kommende 7-8 år at indskrænke sig til 10-15%, idet udviklingspotentialer for benzinmotorerne er størst. Benzinmotorer vil i praksis udnytte noget af den teknologi, der har kendetegnet dieselprocessen.

På mellemlang sigt (5-15 år) vil der dukke en række hybridbiler op på markedet for at nedbringe energiforbruget yderligere.

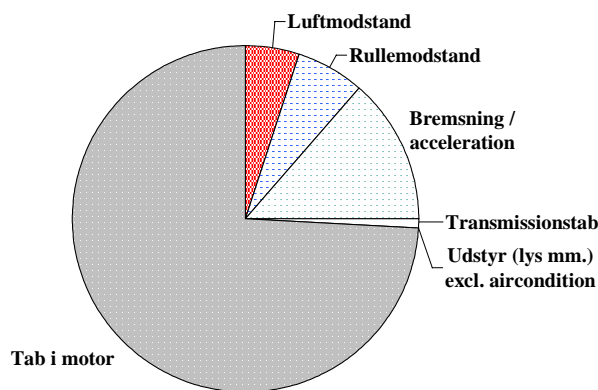
En del bilproducenter er ved at indstille sig på, at det på længere sigt kan være problematisk at basere sig på råolie som basisenergikilde. Dels er forsyningen af olie styret af meget få lande, som ikke nødvendigvis er de mest politisk stabile, dels er de kendte oliereserver faldende. Derfor arbejder man med løsninger, der ikke er afhængige af råolie, men man forventer, at det vil tage 10-30 år at klare en omstilling.

Busser og lastbiler vil være blandt de første til at udnytte disse teknologier. Ofte vil det være den køretøjstype, en teknologi afprøves på. Desuden vil nogle af teknologierne med fordel kunne eftermonteres på disse på grund af deres lange levetid og store værdi – og for bybusserne specielt på grund af deres indflydelse på lokalmiljøet i tætbefolkede områder.

## ***Teknologier***

Transport kræver energi, og produktion af energi på basis af et brændstof giver et tab. Det vil det altid gøre, selvom der arbejdes ihærdigt på at reducere disse tab.

Figur 2 viser, hvad energien anvendes til for en bil ved blandet kørsel. Den efterfølgende gennemgang af teknologierne følger opdelingen i figuren.



*Figur 2:  
Fordeling af en personbils  
energiforbrug ved almindelig  
kørsel.*

Energi, der bruges til kørsel, kan deles op i:

- Luftmodstand. Betyder mest ved høj hastighed, altså ved motorvejskørsel. Den søges reduceret ved at gøre køretøjerne mere strømlinede og med mindre frontarealer.
- Rullemodstanden. Reduceres ved hjælp af dæk med lav rullemodstand og lav køretøjssvægt.
- Bremsning/acceleration. Betyder mest ved bykørsel, hvor der startes og stoppes ofte. Tabet reduceres ved at gøre køretøjerne lettere, men også ved at udvikle systemer, der kan lagre bremseenergien. Køretøjerne gøres lettere ved at optimere de enkelte konstruktioner, ved at samle flere funktioner i én komponent samt ved at benytte lettere materialer.
- Transmissionstab. Dette arbejdes der også på at reducere, men det vil måske alligevel stige fremover for de mere avancerede transmissionssystemer.

- Tab til udstyr, f.eks. lys, elbagrude, elvarme i sæder, elopvarmning af lambdasonde (ved start), aircondition mm. Dette vil næppe falde fremover, idet brugernes krav til komfort er stigende. Desuden vil noget af sikkerhedsudstyret og det emissionsbegrænsede udstyr kræve energi. Der vil dog komme 42-48 volts systemer som erstatning for 12 volts systemerne, som vil medføre reduktion af eltabene.

Hovedparten af energien tabes i motoren som varme i udstødningsgassen og i køleren. Disse tab arbejder motorproducenterne på at reducere. Der benyttes forskellige teknologier for benzin- og dieselmotorer.

*For benzinmotorer:*

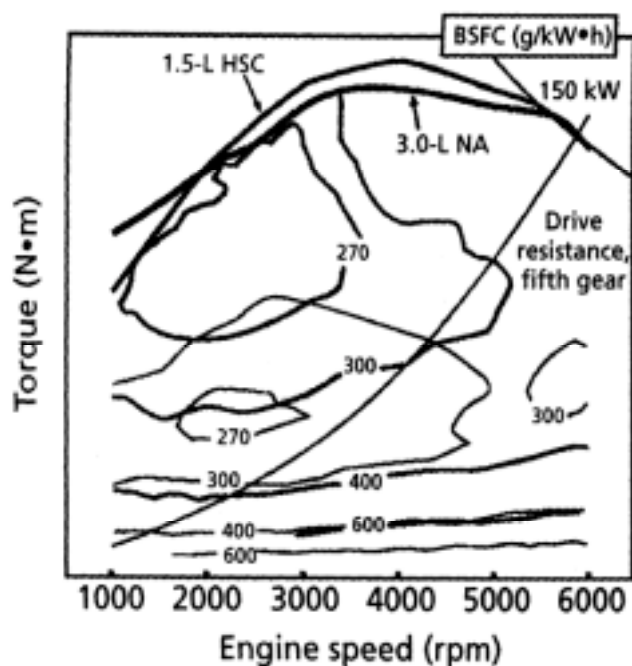
- Turboladning og køling af indsugningsluften (ladeluftkøler eller intercooler) og/eller variabel længde af indsugningssystemet bevirker resonans af luftflowet. Begge giver større luftflow til motoren.
- Variable kompressionsforhold betyder, at der altid kan køres med maksimale kompressionsforhold uden tændingsbanken og dermed høj virkningsgrad.
- Direkte indsprøjtning betyder, at benzin indsprøjtes direkte i forbrændingsrummet. Dette sikrer, at den rigtige mængde brændstof indsprøjtes på det rigtige tidspunkt, og at brændstof/luftblandingen er let at antænde. Teknikken kan dog give en øget partikelemission, da benzinen ikke har så lang tid til at fordampe og stadig kan være på dråbeform, når forbrændingen starter.
- Variabel ventilstyring reducerer det pumpetab, der opstår, når luftmængden styres af et spjæld.
- Mager motor (lean burn) betyder, at motoren kører med luftoverskud (det gør en dieselmotor altid). Det giver en bedre virkningsgrad, men også en øget NO<sub>x</sub>-emission, da NO<sub>x</sub> ikke kan reduceres i en normal 3-vejskatalysator, når der er luftoverskud.
- DeNO<sub>x</sub>-katalysatorer er katalysatorer, der enten omsætter NO<sub>x</sub> eller kan lagre NO<sub>x</sub> i en periode, selvom der er luftoverskud, hvilket gør det muligt at køre motoren med luftoverskud i længere perioder.
- Elektronisk kontrol. Det meste af ovenstående skal styres af elektronik. Udviklingen af computerstyring er derfor helt afgørende for flere af ovenstående teknologier.

*For dieselmotorer og i høj grad også for motorer til busser og lastbiler, hvor nogle af teknikkerne allerede er indført:*

- Indsprøjtningssystemet. Der udvikles commonrail og pumpedysesystemer, der kan give bedre styring af såvel indsprøjtningstidspunkt som længden af indsprøjtningen samt et højere indsprøjtningstryk, hvilket giver en bedre forbrænding og færre partikler.
- Udnyttelse af deNO<sub>x</sub>-katalysatorer, som betyder, at motorerne kan justeres til optimal virkningsgrad i stedet for justering til lav NO<sub>x</sub>-emission.
- Variabel ventilstyring, som betyder mere optimal forbrænding.
- Igen er den elektroniske styring en betingelse for, at motoren kan styres optimalt.

Fælles for motorerne er, at

- de udvikles til at blive mindre og lettere for samme ydelse, hvilket giver mulighed for at fremstille mindre og lettere køretøjer.
- motorens mest brændstoføkonomiske område (typisk midt i omdrejnings- og effektområdet) flyttes mod områder, der benyttes oftere ved normal kørsel, se figur 3.



Figur 3:

*For to motorer vises linier for konstant specifikt brændstofforbrug [g brændstof pr. kWh] som funktion af omdrejningstal og moment. Figuren er afgrænset opad af motorernes maksimale moment. Desuden findes en linie for kørselsmodstanden i 5. gear. Den ældste motor er vist med kraftige linier og har et stort område med maks. 270 g/kWh. Den nye har et mindre område (270 g/kWh), men da det ligger meget nærmere det ofte benyttede belastningsområde, er denne motor mere brændstoføkonomisk i dette køretøj.*

(Kilde: Automotive Engineering International)

Forbindelsen mellem motor og vej, transmissionssystemet, giver ikke alene det allerede nævnte transmissionstab, men det er også bestemmende for, i hvilket område motoren belastes. Desuden kan avancerede systemer oplagre bremseenergien.

Der er en væsentlig udvikling i gang inden for automatiske, evt. trinløse, gear. Disse vil have en højere virkningsgrad end de tidligere brugte automatgear med momentomformer, og de vil gøre det muligt at bestemme, hvilket omdrejningstal motoren skal køre med for at arbejde optimalt. Effekten derimod bestemmes stadig af chaufføren, der kontrollerer f.eks. accelerationen og hastigheden.

Hvis transmissionssystemet tilføjes et energilager, kan et overordnet system også influere på den effekt, motoren skal yde. Der kan hentes fra lageret, hvis effektbehovet er større end det, der er optimalt for motoren, eller der kan ”lægges på lager”, hvis effektbehovet er for lavt. Bremseenergien kan også lagres i stedet for at blive omdannet til varme i bremserne, og motoren vil kunne stoppes helt, hvis effektbehovet kan trækkes fra lageret.

Et sådant system vil have et større tab i transmission og til lagring end et simpelt konventionelt system. Om det energimæssigt er optimalt, afhænger af, hvad der kan vindes i øget motorvirkningsgrad og ved bremseregenerering. Det har også stor betydning, hvordan køretøjet køres: et køretøj, der anvendes meget til bykørsel med mange start og stop, vil have meget mere ud af et avanceret transmissionssystem end et køretøj, der hovedsageligt kører på motorveje.

Biler og større køretøjer udvikles således på mange områder, men det er vigtigt at bemærke, at besparelserne på de enkelte områder ikke bare kan lægges sammen. Hvis et køretøj f.eks. gøres lettere, reduceres tabet til bremseenergien, hvilket betyder, at den absolutte gevinst for et avanceret transmissionssystem bliver mindre. Når motorerne på den anden side udvikles til at blive mindre, betyder det, at køretøjet også kan gøres mindre og lettere. Der vil derfor blive behov for en endnu mindre motor, hvilket kaldes down sizing.

Down sizing er en af de væsentligste muligheder for at fremstille virkelig brændstoføkonomiske biler. VW og Audi har fremstillet hver sin 3 l bil, dvs. biler, der kan køre 100 km på 3 l brændstof. VW har også lavet en prototype, der kun bruger 1 l diesel på at køre 100 km. Der er plads til to personer, som sidder bag hinanden, og der er bagageplads, selvom det ikke er meget. Køretøjet vejer 290 kg, og med en encylindret dieselmotor på maksimalt 8,5 hk har det en tophastighed på ca. 120 km/t.



*Figur 4:*

*VW' s prototype, som kun bruger 1 l diesel på at køre 100 km. Den har f.eks. kørt fra Wolfsburg til Hamburg på 2,1 liter (230 km) med en gennemsnitsfart på 75 km/t.*

(Kilde: VW hjemmeside)

Men er det en bil? Vil brugerne acceptere/købe et sådan køretøj? Bilproducenterne kan lave køretøjer med meget lave forbrug, men det hjælper kun med til at reducere CO<sub>2</sub>-udledningen, hvis de købes og bruges!